



(19) RU⁽¹¹⁾ 2 163 026⁽¹³⁾ C2
(51) Int. Cl.⁷ G 01 W 1/10

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 97117122/28, 15.10.1997
(24) Effective date for property rights: 15.10.1997
(43) Application published: 10.07.1999
(46) Date of publication: 10.02.2001
(98) Mail address:
426034, g. Izhevsk, ul. Universitetskaja 1,
UdGU, otdel OIS i NTI

(71) Applicant:
Udmurtskij gosudarstvennyj universitet
(72) Inventor: Kuznetsov V.V.
(73) Proprietor:
Udmurtskij gosudarstvennyj universitet

(54) WEATHER PREDICTION TECHNIQUE

(57) Abstract:

FIELD: weather stations, mobile and other weather-prediction pieces of equipment.
SUBSTANCE: current meteorological measurements of ambient temperatures in Kelvin degrees, atmospheric pressure, and relative air humidity are made every three hours with period equal to one calendar day. Measurement data obtained are used to determine analog in the range of many-year measurements by comparing current measurement lines with data base lines using equal to criterion. To this end, lines are quantized, that is, divided into integer

numbers from 2 to n, where n is maximal index of weather prediction. Analog is determined by using line found in data base and first value of daily forecast is taken by shifting through one day ahead; this value is also compared and second value of daily forecast is determined by found analog; then first prediction value for second day is determined while shifting through one day ahead, and so on up to the end of prediction. EFFECT: improved confidence of prediction, optimized space-time proportion of parameters measured, enhanced time component.

RU 2 163 026 C2

RU 2 163 026 C2

Изобретение относится к метеорологии и может быть использовано на метеорологических станциях, а также в любом пункте на определенном расстоянии от метеостанции, в том числе и на подвижных объектах, например на судах и на других объектах, где необходимы прогнозы погоды.

Наибольшее распространение для прогнозирования погоды получили синоптические способы, основанные на анализе состояния атмосферы на значительной площади земной поверхности представленные в виде карт погоды. Развитие синоптических способов было связано с постоянным расширением сети метеорологических наблюдений, считалось чем большую площадь анализировать одновременно, тем более совершенным будет прогноз, то есть постоянно наращивали пространственную составляющую, причем не только по координатам x, y (по площади), но и по z (по высоте), но только не по t (времени). И это понятно так, как очень сложно найти аналог в синоптическом архиве (скорее всего это просто невозможно сделать даже на суперкомпьютере). Причина этого отсутствие подходящего критерия, поэтому временная составляющая здесь не задействована в полной мере. В связи с этим пространственно-временное соотношение измеряемых метеорологических параметров сдвигалось влево (в сторону пространства). Более того, временная составляющая в синоптических способах минимизировалась, например, в идеальном случае для лучшего осуществления этого способа стремились иметь глобальную карту погоды, составленную как можно за короткий период времени, то есть в данном случае пространственная составляющая стремиться к максимуму, а временная к минимуму. Такое неоптимальное пространственно-временное соотношение, используемое в синоптических методах, привело к тому, что наиболее надежные прогнозы могут составляться в основном на три дня. Для преодоления этого рубежа стали применять суперкомпьютеры типа CRAY-YMP8 [1].

Указанный компьютерный способ позволяет обеспечить составление детализированных по дням прогнозов погоды на срок до 10 дней (вместо существующих 3-дневных прогнозов), повысить оправдываемость прогнозов стихийных гидрометеорологических явлений, увеличить заблаговременность их выпусков; обеспечить выпуск численных прогнозов температуры, влажности, скорости ветра, осадков для крупных населенных пунктов.

Недостатками этого способа является прежде всего предел прогнозируемости 14 дней, высокая стоимость компьютера 18 миллионов долларов США плюс 15-20% стоимость периферийных устройств, а также составление прогнозов только на 10 дней (при пределе прогнозируемости 14 дней).

Известен способ [2] составления прогнозов среднесрочных (15 суток) и долгосрочных (месяц), а также способ составления прогноза погоды [3], основанные на использовании аналогов синоптических процессов.

Эти способы включают проведение текущих метеорологических и аэрологических измерений, определение по этим измерениям аналогов в базе данных и составление

прогноза погоды по выбранному аналогу. Аналоги отбираются по меткам тенденций геопотенциалов, а также по меткам данных метеорологических величин по методу наибольшего правдоподобия, при этом используются осредненные данные.

Недостатки этих способов в том, что они основаны на использовании аналогов синоптических процессов (площадных), хотя и имеют более оптимальное чем у вышеуказанных способов, пространственно-временное соотношение, так как используется многолетний ряд аналогов синоптических процессов. Последнее усложняет процедуру выбора аналогов, значительно снижает их точность. Поиск синоптического аналога (площадного) в базе данных значительно сложнее осуществить в сравнении с точечным аналогом, предлагаемым в заявляемом способе. Точность прогнозов существенно снижает использование осредненных данных. Кроме того, проведение аэрологического зондирования требует дополнительных затрат и может быть выполнено в ограниченном объеме, например, в региональных центрах, аэропортах и др. Это ограничивает широкое применение этого способа. Проблема более совершенного поиска аналога в этом способе не решена, так как не предложено объективного критерия его оценки, что также ограничивает применение этого способа.

Наиболее близким к заявляемому является способ [4], выбранный за прототип, используемый в "Вычислительном устройстве для прогнозирования погоды". По этому способу измерение температуры относительной влажности и давления проводят один раз в сутки, например, в 12 часов в день составления прогноза и в предыдущий день и сравнивают по критерию "Равно" с аналогичными данными, полученными на ближайшей метеостанции за 50-100 лет наблюдений. Данные последовательно квантуют с шагом 1, 2, 4, 8, 16 и попеременно сравнивают попарно со сдвигом на один день до достижения критерия "Равно" при этом дробные части отбрасывают. При достижении критерия "Равно" к найденной паре дней добавляют третий и берут его в качестве прогноза, в тройке дней первый отбрасывают, по оставшимся двум находят третий день и так до составления прогноза до конца текущего календарного месяца.

Недостатками прототипа является низкая точность прогноза, обусловленная тем, что текущие измерения проводят только один раз в сутки. Ступенчатое квантование снижает точность отбора аналога.

Цель изобретения - оптимизация пространственно-временного соотношения измеряемых параметров и увеличение временной составляющей.

Сущность изобретения в том, что проводят текущие метеорологические измерения с периодом, равным периоду прогноза, определяют по этим измерениям аналог в ряду многолетних данных метеорологических наблюдений и составляют прогноз погоды по выбранному аналогу, путем представления пространства точкой метеорологической сети, а временной составляющей рядом многолетних данных метеорологических наблюдений. Текущие измерения проводят путем измерения каждые три часа

температуры в градусах Кельвина, атмосферного давления и относительной влажности воздуха, измеренные значения величин записывают в виде строки по 12 символов на каждый замер, составляют и записывают за восемь замеров строку из 96 символов. Далее последовательно сравнивают эту строку со строками значений величин базы данных, которую представляют аналогичным образом в виде строк из 96 символов, где каждым календарным суткам соответствует своя строка. Если тождественная строка в базе данных не найдена, то сравниваемые строки квантуют путем деления нацело их значений на числа от двух до n с шагом 1, попеременно с указанным сравнением строк до нахождения в базе данных после указанного деления тождественной строки; соответствующую ей исходную, до упомянутого деления, строку из базы данных принимают за строку-аналог; следующую за ней строку базы данных берут за первое значение суточного прогноза, фиксируют его, сравнивают описанным выше образом с базой данных, при этом найденную строку в базе данных пропускают, и вышеописанным образом определяют для нее строку-аналог, которую берут за второе значение суточного прогноза, фиксируют интервал изменения прогнозируемых параметров, затем по второму значению суточного прогноза путем смещения на одну строку базы или на одни сутки вперед, определяют первое значение прогноза на вторые сутки, фиксируют его, сравнивают с базой данных, при этом найденную строку в базе данных пропускают и вышеописанным образом определяют строку-аналог, которую берут за второе значение прогноза на вторые сутки, фиксируют интервал изменения прогнозируемых параметров, затем по второму значению прогноза на вторые сутки путем смещения на одну строку базы или на одни сутки вперед определяют первое значение прогноза на следующие сутки, фиксируют его. Такие операции выбора аналога, сдвига на одни сутки в базе данных и фиксации прогнозируемых параметров многократно повторяют до достижения срока заблаговременности прогноза. N - предельный показатель точности прогноза, расположен в интервале $30 < n < 60$. Радиус действия метеостанции равен половине расстояния между двумя ближайшими метеостанциями.

Способ прогноза погоды осуществляется следующим образом.

Измеренные в ноль часов, три часа, шесть часов, девять часов, двенадцать часов, пятнадцать часов, восемнадцать часов и двадцать один час значения температуры с десятичными долями в градусах Кельвина составляющие четыре символа, давление в гектопаскалях с десятичными долями составляющее пять символов и, наконец, относительная влажность - три символа, записывают в виде строки по двенадцать символов на каждый замер. Таким образом, из двенадцати символов, полученных за восемь замеров, составляют и записывают строку из 96 символов (байтов). Аналогичным образом в виде строк из 96 байтов представляется база данных, где также каждым календарным суткам соответствует своя строка.

Поиск аналога осуществляется последовательным сравнением этой строки со

строками значений величин базы данных, которую представляют аналогичным образом в виде строк из 96 символов, где каждым календарным суткам соответствует своя строка. Если тождественная строка в базе данных не найдена, то сравниваемые строки квантуют путем деления нацело их значений на числа от двух до n с шагом 1. Попеременно с указанным сравнением строк до нахождения в базе данных после указанного деления тождественной строки; соответствующую ей исходную, до упомянутого деления, строку из базы данных принимают за строку-аналог; следующую за ней строку базы данных берут за первое значение суточного прогноза, фиксируют его, записывая в первую колонку таблицы прогноза. Первое значение суточного прогноза сравнивают описанным выше образом с базой данных, при этом найденную строку в базе данных пропускают, и вышеописанным образом определяют для нее строку-аналог, которую берут за второе значение суточного прогноза, записывают во вторую колонку таблицы. Таким образом фиксируют интервал изменения прогнозируемых параметров на восемь сроков. Затем по второму значению суточного прогноза путем смещения на одну строку базы или на одни сутки вперед, определяют первое значение прогноза на вторые сутки, фиксируют его, сравнивают с базой данных, при этом найденную строку в базе данных пропускают и вышеописанным образом определяют строку-аналог, которую берут за второе значение прогноза на вторые сутки, фиксируют интервал изменения прогнозируемых параметров, затем по второму значению прогноза на вторые сутки путем смещения на одну строку базы или на одни сутки вперед определяют первое значение прогноза на следующие сутки, фиксируют его, такие операции выбора аналога, сдвига на одни сутки в базе данных и фиксации прогнозируемых параметров многократно повторяют до достижения срока заблаговременности прогноза (10 дней, 2 недели, месяц, сезон), n - предельный показатель точности прогноза, расположенный в интервале $30 < n < 60$, при этом текущие метеорологические измерения проводят в пределах радиуса действия метеостанции, который принимают равным половине расстояния между ближайшими метеостанциями.

Практически нахождение тождественной строки в базе данных реализуется крайне редко или вообще не реализуется. Если этот критерий реализуется, то очень большая вероятность того, что одна и та же строка ошибочно записана дважды, для этого перед сравнением строки квантуют с шагом единица, что достигается путем деления нацело их значений на числа от двух до n (при этом дробные части отбрасываются, а целые сравниваются).

Показатель интервала значений " n " получен экспериментальным путем при составлении прогнозов погоды по данному способу. В результате проведенных исследований установлено, что наилучшая оправдываемость прогнозов при $n = 30$, а при $n = 60$ и более точность прогноза снижается. Приведенные результаты получены на базах данных за период с 1966 по 1983 (1985) г.

Для оптимальной эксплуатации